



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

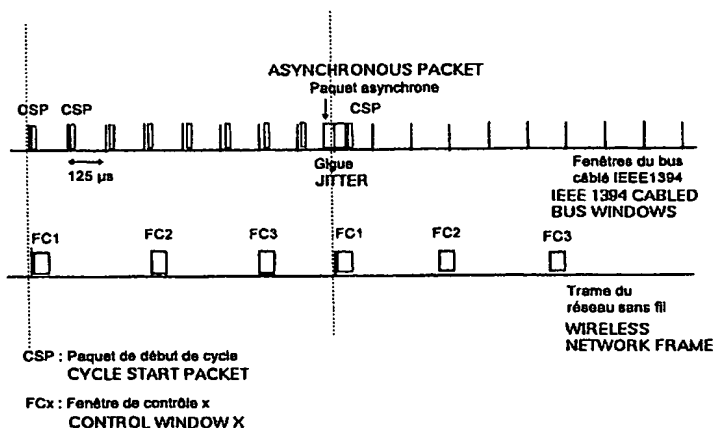
(51) Classification internationale des brevets ⁶ : H04J 3/06		A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 99/55028
			(43) Date de publication internationale: 28 octobre 1999 (28.10.99)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR99/00944 (22) Date de dépôt international: 21 avril 1999 (21.04.99) (30) Données relatives à la priorité: 98/04982 21 avril 1998 (21.04.98) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): THOMSON MULTIMEDIA [FR/FR]; 46, quai Alphonse Le Gallo, F-92100 Boulogne-Billancourt (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): STRAUB, Gilles [FR/FR]; Thomson multimedia, 46, quai Alphonse Le Gallo, F-92648 Boulogne Cedex (FR). DORE, Renaud [FR/FR]; Thomson multimedia, 46, quai Alphonse Le Gallo, F-92648 Boulogne Cedex (FR). BÜRKLIN, Helmut [FR/FR]; Thomson multimedia, 46, quai Alphonse Le Gallo, F-92648 Boulogne Cedex (FR). LOPEZ, Patrick [FR/FR]; Thomson multimedia, 46, quai Alphonse Le Gallo, F-92648 Boulogne Cedex (FR). DEMOULIN, Vincent [FR/FR]; Thomson multimedia, 46, quai Alphonse Le Gallo, F-92648 Boulogne Cedex (FR). (74) Mandataire: KOHRS, Martin; Thomson multimedia, 46, quai Alphonse Le Gallo, F-92648 Boulogne Cedex (FR).		(81) Etats désignés: AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, UG, ZW), brevet eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>	

(54) Title: METHOD FOR SYNCHRONISATION IN A COMMUNICATION NETWORK AND IMPLEMENTING APPLIANCES

(54) Titre: PROCEDE DE SYNCHRONISATION DANS UN RESEAU DE COMMUNICATION ET APPAREILS DE MISE EN OEUVRE

(57) Abstract

The invention concerns a method for synchronisation in a communication network comprising at least two buses interconnected by a wireless communication network, each bus being connected to the wireless communication network by a portal. The method consists in: determining a portal, called cycle server whose own particular clock will be used as reference for the other portals; transmitting through each portal a synchronising signal at a predetermined time with respect to the beginning of each frame and characterising each portal, said frame being defined relative to each portal particular internal clock, said synchronising signal being produced by inserting a control window; detecting by each portal the control windows of other portals and selecting one of the detected windows for synchronising a particular clock of the receiving portal with the cycle server clock, said selected window corresponding to a portal whereof the clock is already synchronised with the cycle server portal clock. The invention also concerns receiving and transmitting appliances implementing the method.



(57) Abrégé

L'invention concerne un procédé de synchronisation dans un réseau de communication comportant au moins deux bus interconnectés par un réseau de communication sans fil, chaque bus étant relié au réseau de communication sans fil par un portail. Le procédé comporte les étapes de détermination d'un portail dit serveur de cycle et dont une horloge propre servira de référence aux autres portails; d'émission par chaque portail d'un signal de synchronisation à un instant prédéterminé par rapport au début d'une trame et caractéristique de chaque portail, ladite trame étant définie par rapport à l'horloge interne propre de chaque portail, ledit signal de synchronisation étant réalisé par l'insertion d'une fenêtre de contrôle; de détection par chaque portail des fenêtres de contrôle d'autres portails et de sélection d'une des fenêtres détectées pour la synchronisation d'une horloge propre du portail récepteur avec l'horloge du portail serveur de cycle, ladite fenêtre sélectionnée correspondant à un portail dont l'horloge est déjà synchronisée avec celle du portail serveur de cycle. L'invention a aussi pour objet des appareils récepteur et émetteur mettant en oeuvre le procédé.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

Procédé de synchronisation dans un réseau de communication et appareils de mise en œuvre

5 L'invention concerne un procédé de synchronisation d'appareils connectés à un réseau de communication comportant des liaisons sans fil. Elle s'applique notamment dans le cadre d'un réseau de communication domestique. L'invention concerne également des appareils de mise en œuvre de ce procédé.

10

Dans un bus de type IEEE 1394 décrit dans le standard IEEE 1394-1995, chaque appareil ('nœud') relié au bus estampille les paquets isochrones qu'il émet avec une information temporelle indiquant à quel instant le paquet doit être restitué par l'appareil récepteur.

15

Chaque appareil (ou 'nœud') relié au bus comporte un registre d'horloge de 32 bits, incrémenté à la fréquence horloge du bus, à savoir 24,576 MHz. Ce registre (appelé 'Cycle Time Register' dans le standard IEEE 1394-1995) est divisé en trois plages (les 12 bits de poids le plus faible, les 13 bits de poids intermédiaire et les 7 bits de poids le plus fort), qui sont donc

20

incrémentées respectivement à des fréquences de 24,576 MHz, 8 KHz et 1 Hz.

En présence d'appareils susceptibles de participer à un trafic isochrone, et pour réaliser la synchronisation de ces appareils, l'un d'eux est élu 'appareil ou nœud maître de cycle' ('Cycle master' selon la terminologie IEEE1394). L'appareil maître de cycle génère un paquet de début de cycle ou

25 de trame isochrone toutes les 125 μ s, ce qui correspond à une fréquence de 8 KHz. Ce paquet comporte la valeur du registre d'horloge de 32 bits de l'appareil maître de cycle au moment de l'émission. Un appareil récepteur du paquet asservit son propre registre de 32 bits aux valeurs reçues de l'appareil maître de cycle.

30

Le document IEEE 1394-1995 mentionné ci-dessus concerne l'architecture du bus série. Un standard additionnel, concernant l'interconnexion de plusieurs bus par l'intermédiaire de ponts ('bridges' selon le vocabulaire anglo-saxon généralement utilisé) est en cours d'élaboration. La dernière version de ce projet actuellement disponible auprès de l'IEEE porte la référence

35 P1394.1 Draft 0.04, et date du 07 février 1999, la version précédente datant du 18 octobre 1997.

Lorsque l'on interconnecte plusieurs bus au moyen d'un pont, il est indispensable de disposer de la même horloge de part et d'autre du pont, pour une interprétation correcte des marqueurs temporels des paquets et une correction des dérives d'horloges.

5

Dans ce but, l'invention a pour objet un procédé de synchronisation dans un réseau de communication comportant au moins deux bus interconnectés par un réseau de communication sans fil, chaque bus étant relié au réseau de communication sans fil par un portail, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comporte les étapes :

10

- de détermination d'un portail dit serveur de cycle et dont une horloge propre servira de référence aux autres portails ;
- d'émission par chaque portail d'un signal de synchronisation à un instant prédéterminé par rapport au début d'une trame et caractéristique de chaque portail, ladite trame étant définie par rapport à l'horloge interne propre de chaque portail, ledit signal de synchronisation étant réalisé par l'insertion d'une fenêtre de contrôle ;

15

- de détection par chaque portail des fenêtres de contrôle d'autres portails et de sélection d'une des fenêtres détectées pour la synchronisation d'une horloge propre du portail récepteur avec l'horloge du portail serveur de cycle, ladite fenêtre sélectionnée correspondant à un portail dont l'horloge est déjà synchronisée avec celle du portail serveur de cycle.

20

L'horloge est ainsi propagée de proche en proche parmi les portails, qui se calent les uns après les autres sur l'horloge du serveur de cycle ou sur celle d'un portail plus proche de ce dernier et dont l'horloge est déjà au moins partiellement synchronisée.

25

Selon le mode de réalisation préférentiel de l'invention, une fenêtre de contrôle comporte au moins une partie d'une valeur de l'horloge du portail émetteur de ladite fenêtre de contrôle, ladite valeur étant celle de l'horloge au moment de l'émission de ladite fenêtre de contrôle, ladite valeur transmise étant utilisée par le portail récepteur pour mettre à jour la valeur de son horloge propre.

30

35

Selon un mode de réalisation de l'invention la valeur d'horloge transmise par un portail comporte une correction pour compenser le temps de traitement de la fenêtre de contrôle à l'émission.

- 5 Selon un mode de réalisation de l'invention, la valeur d'horloge reçue par un portail est corrigée, avant la mise à jour de la valeur de l'horloge propre, pour prendre en compte le temps de traitement en réception dudit portail.

- 10 Selon un mode de réalisation de l'invention, ladite valeur d'horloge est scindée en plusieurs groupes de bits transmis sur des fenêtres de contrôle successives émises par un même portail.

- 15 Selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé comporte en outre l'étape de détermination par chaque portail de sa distance par rapport au portail serveur de cycle, ladite distance d'un portail donné étant définie comme étant le nombre minimum de portails répéteurs requis pour qu'une information en provenance du portail serveur de cycle parvienne au dit portail donné.

- 20 Selon un mode de réalisation de l'invention, la fenêtre de contrôle choisie par un portail donné pour se synchroniser est la fenêtre de contrôle d'un portail ayant la distance la plus faible parmi les fenêtres de contrôle reçues par ledit portail donné.

- 25 Selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé comporte en outre l'étape de verrouillage d'une boucle à verrouillage de phase d'un portail récepteur sur l'instant de réception de la fenêtre de contrôle sélectionnée, ladite boucle à verrouillage de phase étant utilisée pour incrémenter un registre comportant la valeur d'horloge propre dudit portail.

- 30 Selon un mode de réalisation de l'invention, le procédé comporte en outre l'étape de sélection d'un nœud maître de cycle du réseau de communication entier parmi les nœuds connectés au réseau, le portail serveur de cycle étant le portail connecté au bus auquel ledit nœud maître de cycle du réseau est également connecté, ledit portail serveur de cycle synchronisant son
35 horloge propre sur une horloge dudit nœud maître de cycle du réseau.

Selon un mode de réalisation de l'invention, les bus de communication étant de type IEEE 1394, la synchronisation du portail serveur de cycle sur le nœud maître de cycle du réseau est effectuée par l'intermédiaire de paquets de début de cycle émis par ledit nœud, la fréquence d'émission de trames sur la partie sans fil du réseau étant un sous-multiple de la fréquence d'émission des paquets de début de cycle.

Selon un mode de réalisation de l'invention, l'horloge propre d'un portail qui n'est pas le portail serveur de cycle est utilisée pour synchroniser le bus auquel ledit portail est connecté.

L'invention a aussi pour objet un appareil pour interfacer un bus câblé et un réseau de communication sans fil, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de récupération d'horloge à partir dudit bus câblé, ces moyens de récupération comprenant une boucle à verrouillage de phase pour se verrouiller sur un signal périodique circulant sur le bus câblé et un compteur pour comporter une valeur absolue d'horloge propre, ledit compteur étant relié à une horloge dérivée de la boucle à verrouillage de phase pour l'incrémentation dudit compteur, la valeur absolue dudit compteur étant synchronisée avec celle d'un nœud connecté au bus câblé ;
- des moyens d'émission périodique vers le réseau de communication sans fil d'une fenêtre de contrôle servant de référence temporelle aux autres appareils connectés au réseau sans fil, la génération de ladite fenêtre de contrôle étant liée à l'état dudit compteur, ladite fenêtre de contrôle comportant une information relative à l'état dudit compteur au moment de l'émission de ladite fenêtre de contrôle.

L'invention a aussi pour objet un appareil pour interfacer un bus câblé et un réseau de communication sans fil, caractérisé en ce qu'il comporte :

- des moyens de récupération d'horloge à partir d'un signal transmis sur ledit réseau de communication sans fil, lesdits moyens de récupération comprenant une boucle à verrouillage de phase et un registre d'horloge propre ;
- des moyens (μ) de sélection d'une fenêtre de contrôle parmi une pluralité de fenêtres de contrôle transmises sur le réseau sans fil ;
- des moyens (41) d'extraction d'une synchronisation de ladite fenêtre de contrôle pour alimentation de ladite boucle à verrouillage de phase ;

- des moyens (47) d'extraction d'informations relatives à la valeur absolue d'une horloge de référence de ladite fenêtre de contrôle, et de mise à jour dudit registre d'horloge propre.

5

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à travers la description d'un exemple de réalisation particulier non limitatif illustré par les figures jointes parmi lesquelles :

- 10 - la figure 1 est un diagramme représentant trois bus IEEE 1394 reliés par un pont constitué de trois portails communiquant entre eux par transmission sans fil,
- la figure 2 est un diagramme illustrant la gigue de phase introduite par l'émission d'un paquet asynchrone,
- 15 - la figure 3 est un schéma fonctionnel des circuits d'un pont recevant des données d'un bus et émettant vers le réseau 'sans fil',
- la figure 4 est un schéma fonctionnel des circuits d'un pont recevant des données du réseau 'sans fil' et émettant vers un bus,
- la figure 5 est un schéma d'un circuit de restitution d'une horloge de 8 kHz à partir d'une horloge de $8/N$ kHz,
- 20 - la figure 6 est un diagramme d'une trame utilisée dans l'exemple de réalisation.

Bien que l'exemple de réalisation concerne des bus IEEE 1394 et que la description utilise certains termes issus de la terminologie associée avec ce type de bus, l'invention ne se limite pas au bus IEEE 1394 et peut
25 s'appliquer dans d'autres environnements.

Le réseau de la figure 1 comporte trois bus de type IEEE 1394, référencés 1, 2 et 3, interconnectés par un réseau sans fil 5 auquel les bus sont reliés respectivement par des nœuds dits 'portails' ('portals' selon la
30 terminologie adoptée par le document P1394.1) WL1, WL2 et WL3. Les portails communiquent entre eux par transmission sans fil, en radiofréquences selon le présent exemple de réalisation. On considère que la réunion des portails constitue ce que l'on appellera dans la suite un 'pont' sans fil, réalisant l'interconnexion des bus.

35 Ces portails sont chacun également membres d'un des bus câblés, et constituent donc des nœuds au sens du standard IEEE 1394 au même titre que les autres appareils connectés aux bus. Dans le but de synchroniser

l'ensemble du réseau, un des appareils connecté à l'un des bus est élu 'appareil maître de cycle du réseau' ('net cycle master' en langue anglaise). Il est à noter que cette notion est plus large que celle de 'maître de cycle' qui est limitée à un bus. Cet appareil porte la référence 4 sur la figure 1. L'appareil maître de cycle du réseau, qui peut également être l'un des portails, est désigné par le gestionnaire du pont ('prime portal' selon la terminologie IEEE P1394.1) parmi les appareils maîtres de cycle des différents bus câblés. L'appareil maître de cycle du réseau peut, à titre d'exemple, être celui des appareils ayant potentiellement cette capacité et possédant un numéro de série ou d'identification le plus grand.

Le portail qui est l'appareil maître de cycle du réseau, ou le portail connecté au bus auquel est connecté l'appareil maître de cycle du réseau, est désigné sous le nom de 'serveur de cycle' ('cycle server' en langue anglaise). C'est le serveur de cycle qui est chargé de transmettre aux autres portails l'horloge en provenance de l'appareil maître de cycle du réseau. Les appareils maîtres de cycle des autres bus se caleront sur l'horloge reçue de leur portails.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, chaque nœud est muni d'un registre dont deux drapeaux indiquent pour le premier drapeau si le nœud est maître de cycle du bus et pour le second drapeau si le nœud est maître de cycle du réseau. Il suffit ainsi à chaque portail de lire ce registre sur le maître de cycle de son bus (l'identificateur du nœud, appelé 'node_id' du maître de cycle est connu et a pour valeur 0). Le portail qui détermine que le maître de cycle de son bus est le maître de cycle du réseau devient alors le maître de cycle du réseau sans fil.

25

Le réseau sans fil utilise un mécanisme TDMA (pour 'Time Division Multiplex Access' en langue anglaise) pour l'accès au canal de transmission. Ce mécanisme d'accès fait l'objet d'une demande de brevet français déposée au nom de la Demanderesse le même jour que la demande de priorité de la présente demande (21 avril 1998), et ayant pour numéro de dépôt FR 9804983. Parallèlement, le mécanisme d'accès d'un nœud à un bus IEEE 1394 en soi est défini de manière plus précise dans la documentation IEEE relative à ce standard et à laquelle on se référera en cas de besoin.

Une trame TDMA est subdivisée en fenêtres pendant lesquelles les portails peuvent transmettre. L'attribution d'une ou plusieurs fenêtres à un portail se fait par un mécanisme de réservation permettant à un portail

d'exprimer ses besoins de transmission et de les confronter aux besoins des autres portails pour un partage optimal du canal sans fil. La réservation se fait par l'intermédiaire des fenêtres dites de contrôle. Une fenêtre, qu'elle soit de contrôle ou de données, est un intervalle de temps prédéterminé dont le début est défini relativement par rapport au début de la trame. Une fenêtre de contrôle par trame est attribuée à chaque appareil susceptible d'émettre. L'information transmise par un portail dans sa fenêtre de contrôle est reprise et propagée dans les fenêtres de contrôle des autres portails. Ainsi, même en connectivité incomplète (à savoir lorsqu'il n'existe pas de liaison directe entre aux moins deux portails), les informations de contrôle sont propagées dans tout le réseau sans fil.

La figure 6 illustre le format d'une trame et d'une fenêtre de contrôle parmi celles présentes dans la trame.

La trame TDMA comporte une zone de n fenêtres de contrôle FC_m et une zone de fenêtres de données D , où n est le nombre de portails du pont sans fil. Chaque fenêtre de contrôle FC_m comporte une fenêtre dite fixe F , suivie de n fenêtres dites répétées $C_{m,p}$. Les fenêtres répétées $C_{m,p}$ dans une fenêtre de contrôle ont le même ordre que les fenêtres de contrôle dans une trame. En d'autres termes, si un portail X émet la fenêtre de contrôle FC_2 , alors les fenêtres répétées $C_{m,2}$ des autres fenêtres de contrôle seront réservées à la répétition des données de contrôle du portail X .

Bien que toutes les fenêtres de contrôle soient contiguës dans l'exemple illustré par la figure 6, ceci n'est pas forcément toujours le cas: les fenêtres de contrôle et de données peuvent être entrelacées. La contrainte principale est que la position des fenêtres de contrôle dans la trame, ainsi que la correspondance de chaque fenêtre de contrôle avec chaque portail doit être connue par chacun des portails. A titre d'exemple pratique, les fenêtres de contrôle sont numérotées par ordre croissant et présentées dans cet ordre dans les trames. Chaque portail possède également un numéro d'ordre unique qui l'identifie au niveau du pont sans fil. Un portail utilise la fenêtre de contrôle qui correspond à son propre numéro unique.

La fenêtre de contrôle FC_m est celle émise par le portail m . La fenêtre fixe de la fenêtre de contrôle FC_m comporte des informations destinées aux portails voisins du portail émetteur m . Le contenu de cette fenêtre fixe n'est pas répété par les portails qui la reçoivent. Typiquement, la fenêtre fixe comporte l'adresse du portail émetteur et la distance du portail au serveur de

cycle, ainsi qu'une requête de réservation de fenêtres de données en mode 'contention'.

La fenêtre répétée $C_{m,m}$ de la fenêtre de contrôle FC_m comporte des données indiquant si le portail m est serveur de cycle du réseau, ainsi que
5 le cas échéant une requête en réservation en mode 'isochrone' ou en mode 'asynchrone' de fenêtres de données.

Les autres fenêtres répétées de la fenêtre de contrôle FC_m comportent les contenus des fenêtres de contrôle reçus directement ou indirectement des portails autres que le portail m . Un portail ne répète qu'une
10 fois les données de contrôle d'un autre portail. Dans ce but, chaque portail mémorise le contenu des fenêtres de contrôle reçues des autres portails et vérifie qu'il ne les a pas déjà répétées antérieurement avant de les recopier au niveau de sa propre fenêtre de contrôle.

15 On prévoit trois mécanismes de réservation de fenêtres de données :

- Un mécanisme de réservation isochrone : lorsqu'un portail souhaite transmettre un flux isochrone (correspondant à un débit connu et constant), il émet dans sa fenêtre de contrôle une donnée indiquant le nombre de fenêtres
20 par trame dont il estime avoir besoin. Cette réservation est valable pour les trames futures, jusqu'à annulation de la réservation.

- Un mécanisme de réservation asynchrone : à chaque trame, un portail émet dans sa fenêtre de contrôle une donnée indiquant le nombre de fenêtres de données qu'il souhaite réserver dans la trame présente. La
25 réservation n'est valable que pour une trame et doit être renouvelée pour d'autres trames si besoin est.

Selon les deux mécanismes de réservation ci-dessus, chaque portail du réseau est en charge de répéter dans sa propre fenêtre de contrôle lors de trames futures les réservations de fenêtres effectuées par chaque autre portail
30 connecté au réseau sans fil, telles qu'elles ont été précédemment transmises dans la fenêtre de contrôle réservée à chacun de ces autres portails. Chaque appareil déduit ensuite de ces demandes ainsi que de règles non équivoques quelle sera l'occupation réelle de la prochaine trame. Les règles non équivoques, qui ne font pas l'objet de la présente demande, servent à
35 déterminer quel portail a le droit d'émettre lorsqu'il y a eu contention dans la réservation. Un appareil n'utilise effectivement le nombre de fenêtres réservées qu'une fois qu'il est certain que d'une part tous les appareils connectés au

réseau sans fil ont bien reçu l'information, (ce qui dépend de la configuration du réseau), et que d'autre part c'est lui qui est autorisé à émettre (s'il y a eu contention dans la réservation)

• On prévoit enfin un dernier mécanisme dit à contention. De par la configuration du réseau (et des rebonds successifs nécessaires à la propagation des réservations), un portail peut avoir à patienter un certain nombre de trames entre le moment de la réservation, et le moment de l'envoi effectif des données. Il se peut cependant que la trame à venir s'avère peu chargée. Le mécanisme à contention peut être utilisé dans un tel cas. Le portail doit utiliser la fenêtre de contrôle pour indiquer le nombre de fenêtres qu'il va utiliser: ce seront des fenêtres non encore réservées. Il insère ses données dans la même trame que sa fenêtre de contrôle, dans des fenêtres de données qui suivent sa propre fenêtre de contrôle. Il est clair que si deux portails effectuent la même transmission au même moment, il y aura collision. La phase de transmission doit donc s'accompagner d'une phase d'accusé-réception, générée par le destinataire.

Le réseau sans fil utilise une trame isochrone calée sur un sous-multiple de l'horloge 8 kHz, c'est à dire une horloge à $8/N$ KHz. Avantageusement, on prendra pour N une puissance p de deux, et selon le présent exemple de réalisation, au maximum $p=6$. L'horloge est obtenue en considérant les $13-p$ bits de la seconde plage du registre d'horloge. Cette horloge est obtenue dans un premier temps, conformément à la norme IEEE 1394, par le pont WL1 (serveur de cycle) connecté au bus auquel est relié l'appareil maître de cycle du réseau 4.

On choisit une horloge $8/N$ kHz dans le but de réduire la bande passante consacrée aux données de contrôle par rapport aux données utiles dans les trames. Selon le présent exemple, N est choisi égal à 8. En raison des contraintes de transmission propres à la technique TDMA (où l'un des problèmes critiques est le contrôle automatique de gain ('CAG') côté réception qui doit s'effectuer chaque fois que l'émetteur change, le CAG nécessitant ainsi l'insertion d'un temps mort de 2 à 3 μ s avant chaque trame), la durée d'une trame ne peut pas descendre en dessous d'une certaine valeur. On considère qu'une durée de 5 μ s est la valeur minimale pour ne pas perdre trop d'efficacité au niveau de la transmission. Comme déjà mentionné, les fenêtres de contrôle servent à signaler aux autres portails les intentions d'émission de chaque portail dans la trame. Il en résulte qu'il doit y avoir une fenêtre de contrôle par

portail et par trame. Ces contraintes font que la perte de bande passante (information de contrôle / informations utiles) est plus forte sur une trame courte. L'utilisation d'une trame calée sur une horloge de 8/N KHz permet donc de réduire cette perte de bande passante.

5

La norme IEEE 1394 prévoit que l'accès au support de transmission se fait selon un principe d'arbitrage. Un nœud maître (élu au démarrage d'un bus) a le rôle d'arbitre pour décider de l'accès des autres nœuds au bus. Cependant, la norme ne prévoit pas la notion de fenêtres de données pour la transmission des données asynchrones. Ainsi, lorsqu'un transfert asynchrone est lancé suite à une négociation pour l'obtention du bus, on ne connaît pas à priori la durée de ce transfert. Il en résulte qu'un nœud peut être amené à patienter pendant un intervalle de temps de durée variable lorsqu'il sollicite l'obtention du bus.

15 Lors de la transmission de l'horloge du bus, le nœud maître doit générer une impulsion de synchronisation toutes les 125 μ s. Ceci est réalisé par l'envoi d'un paquet ('Cycle start packet' ou CSP) dont le début constitue l'impulsion de synchronisation. Cependant il se peut que le bus soit occupé au moment où le maître de cycle du bus doit générer le paquet. Ce dernier doit
20 donc attendre la fin de l'émission courante pour obtenir l'accès au bus. Il insère alors dans le paquet émis la valeur de son registre de temps pour que les autres nœuds puissent asservir leur horloge sur sa référence et effectuer la correction nécessaire. Cette gigue sur le début du paquet (estimée au maximum à 78 μ s) correspond à la durée maximale d'un paquet asynchrone tel
25 que défini dans le document IEEE 1394 et à la durée de la phase d'accusé réception mentionnée à l'annexe E de ce même document. La figure 2 illustre l'influence de la gigue sur l'émission du paquet de début de trame. Par ailleurs, selon l'exemple de la figure 2, les fenêtres de contrôle des portails sont réparties sur l'ensemble de la trame TDMA du réseau sans fil, et non concentrés au
30 début de celle-ci comme dans l'exemple de la figure 6 décrite précédemment.

La transmission de l'horloge sur un bus IEEE 1394 comporte deux aspects: la transmission de la fréquence d'horloge (8 KHz), et la transmission du temps en valeur absolue, sous la forme de valeurs du registre de temps.
35 Selon le standard IEEE 1394, on prévoit de réaliser ces deux aspects en même temps : toutes les 125 μ s, le nœud maître de cycle du réseau génère un paquet

contenant la valeur de son registre de temps au moment de l'émission (ceci en raison de la gigue du bus).

Selon l'invention, lors de la transmission de l'horloge sur le réseau sans fil, c'est-à-dire au-delà du bus 1394 auquel est relié le maître de cycle du réseau, on dissocie ces deux aspects (transmission de la fréquence et
5 transmission de la valeur absolue de l'horloge).

Concernant tout d'abord l'émission de l'horloge sur le réseau sans fil, deux cas se présentent: soit le portail déterminant l'horloge de la partie sans fil du réseau est connecté à l'appareil maître du réseau par un bus IEEE 1394,
10 soit il est lui-même cet appareil maître de cycle du réseau.

Dans le premier cas, une gigue maximale de 78 μ s peut exister sur le début du paquet de début de cycle ('cycle start packet') envoyé au portail 'serveur de cycle' par l'appareil maître du réseau: c'est la gigue dont l'origine a été expliquée à l'aide de la figure 2. Selon le présent exemple de réalisation,
15 l'insertion de la fenêtre de contrôle dans la trame n'est pas directement déclenchée par la réception du paquet de début de cycle sur le bus câblé, mais plutôt déterminée par le registre de temps du portail serveur de cycle. Si l'on suppose qu'une trame TDMA débute toutes les 1 ms, alors une trame TDMA doit débiter tous les 131047 coups d'horloge. On élimine ainsi la gigue dans le
20 rythme transmis, en calant le début de trame TDMA sur le réseau sans fil sur l'horloge du portail serveur de cycle. Il faut noter que le registre de temps du portail est néanmoins asservi toutes les 125 μ s par les valeurs reçues des paquets de début de cycle du nœud maître du réseau, de façon identique à tout autre nœud d'un bus IEEE 1394 câblé.

Dans le cas où le portail serveur de cycle est l'appareil maître du réseau, il n'y a pas de gigue du type décrit ci-dessus. L'horloge du portail serveur de cycle est en roue libre.

La figure 3 représente les circuits de connexion au bus IEEE 1394 câblé et la partie émission d'un portail. Le portail comporte une interface physique 30, un circuit de démodulation et de décodage canal 31 qui extrait les valeurs des bits du registre d'horloge des paquets de début de cycle ('Cycle start packets' selon la terminologie du document IEEE 1394), une base de temps 32 constituée par le registre d'horloge du portail, incrémenté au rythme
35 d'une horloge interne comportant une boucle à verrouillage de phase munie d'un oscillateur de fréquence de base 24,576 MHz et verrouillable sur les paquets de début de cycle du bus câblé, une pile FIFO asynchrone 33 pour

contenir les données utiles pour la transmission de paquets asynchrones, une pile FIFO isochrone 34 pour contenir les données utiles pour la transmission isochrone dans les fenêtres isochrones des trames TDMA, ainsi qu'un circuit 35 d'insertion des données de contrôle, notamment des données destinées à la

5 fenêtre de contrôle de la trame TDMA réservée au portail. Ce dernier circuit 35 insère également le mot de synchronisation en début de sa fenêtre de contrôle. Les deux piles FIFO 33 et 34, ainsi que le circuit d'insertion 35 sont reliés chacun à un circuit de codage canal et de modulation (seul le circuit 37 est référencé), puis à un multiplexeur 36 contrôlé par un microprocesseur μ qui

10 gère également les compensations des délais de traitement décrites ci-après. Les diverses connexions du microprocesseur, qui est responsable de l'ensemble de la gestion du portail, ne sont pas illustrées sur la figure 3 pour ne pas nuire à la clarté du schéma. Le circuit 36 effectue également l'assemblage de la trame TDMA. Une interface analogique 39 effectue la liaison avec le

15 réseau sans fil en fréquence radio et notamment les transpositions vers la bande de fréquences requise.

Il a été constaté que le temps de traitement à l'émission ou à la réception dans la partie sans fil du réseau n'est pas négligeable par rapport au

20 marquage temporel des paquets de données. Ce retard correspond à la modulation et au codage canal au niveau de l'émetteur, et au décodage canal et à la démodulation au niveau du récepteur. Selon le présent exemple de réalisation, ce temps de traitement est compensé tant au niveau de l'émetteur que du récepteur. Un portail émetteur, ayant un temps de traitement

25 sensiblement fixe, ajoute le nombre de coups d'horloge correspondant à ce temps de traitement à la valeur d'horloge de son registre de temps, de sorte que la valeur d'horloge incluse dans la fenêtre de contrôle corresponde au moment de l'émission effective de la fenêtre de contrôle. De même, un portail récepteur ajoute à la valeur d'horloge reçue un nombre de coups d'horloge

30 correspondant à son temps de traitement. Les temps de traitement à l'émission et à la réception peuvent être mémorisés dans des registres au niveau de chaque portail.

On décrira dans ce qui suit la récupération de la fréquence

35 d'horloge, puis la récupération de la valeur d'horloge au niveau de chaque portail.

Au niveau d'un portail autre que le portail serveur de cycle, la récupération du rythme d'horloge est effectuée via une boucle à verrouillage de phase comportant un oscillateur contrôlé de fréquence de base 24,576 MHz.

La figure 4 est un schéma des circuits de réception et de connexion à un bus 1394 d'un des portails de la figure 1. Le portail de la figure 4 comporte une interface analogique 40 pour la réception des signaux RF réalisant notamment les transpositions vers la bande de fréquence de base, un extracteur 41 de synchronisation des paquets récupérant les début des fenêtres de contrôle et alimentant une boucle à verrouillage de phase 42 de rétablissement de l'horloge 8 kHz à partir des débuts de fenêtres de contrôle générés à une fréquence de $8/N$ kHz, un circuit 43 de démodulation et de décodage canal du contenu de la trame, cette dernière étant démultiplexée par un démultiplexeur 44 connecté à une pile FIFO asynchrone 45, une pile FIFO isochrone 46 et une mémoire des données de contrôle 47 comportant également un registre de temps du portail. Le portail comporte également un circuit 48 de liaison IEEE 1394 et une interface physique 49 avec le bus IEEE 1394 câblé associé au portail. En dernier lieu, le portail comporte un microprocesseur μ .

La figure 5 est un schéma du circuit 42 de la figure 4. Les valeurs numériques figurant sur la figure sont données à titre d'exemple. L'horloge de 8 KHz restituée doit avoir une gigue comparable à la gigue de l'horloge 8 KHz d'un bus IEEE 1394 câblé, cette dernière étant asservie par les paquets de début de cycle à la fréquence de 8kHz, au lieu de $8/N$ KHz pour les portails du réseau sans fil. Cette gigue correspond à $\pm 1/2$ période de 24.576 MHz.

Pendant une trame, chaque portail reçoit de manière intelligible des fenêtres de contrôle d'un ou plusieurs autres portails. Il ne reçoit pas forcément les fenêtres de contrôle de chaque autre portail, étant donné la connectivité non totale de la partie sans fil du réseau. Le portail sélectionne une des fenêtres de contrôle reçues, en privilégiant la fenêtre contenant la plus petite distance par rapport au portail serveur de cycle connecté au même bus que l'appareil maître de cycle du réseau. C'est de cette fenêtre de contrôle que le portail utilise pour synchroniser sa propre horloge. Chaque fenêtre de contrôle comporte un mot de synchronisation permettant d'en repérer le début, et comporte dans sa fenêtre fixe l'identification de l'émetteur, ainsi que la distance de celui-ci par rapport au portail serveur de cycle. Chaque fois que la fenêtre

de contrôle sélectionnée est repérée par le portail, ce dernier génère une impulsion à destination de sa boucle à verrouillage de phase.

On définit la distance entre un portail de la partie sans fil du réseau et le portail générant la référence temporelle de cette partie sans fil du réseau (portail serveur de cycle) comme étant le nombre minimum de 'sauts' entre ce portail et le portail serveur de cycle. Il s'agit, dans le présent exemple de réalisation, du nombre de trames TDMA nécessaires pour que le contenu de la fenêtre de contrôle du portail serveur de cycle parvienne à l'autre portail. De façon pratique, les portails pouvant être atteints par liaison sans fil directement par le portail serveur de cycle sont à la distance '1' de ce dernier. Les portails incluent la distance qui les sépare du portail serveur de cycle dans leur fenêtre de contrôle. Un portail choisit, parmi toutes les distances qu'il reçoit de manière intelligible dans les fenêtres de contrôle, la distance la plus faible. Cette distance, incrémentée de 1, est sa propre distance par rapport au portail serveur de cycle. Les distances sont transmises dans toutes les fenêtres de contrôle. Le portail serveur de cycle aura une distance de 0.

Avantageusement, la synchronisation est toujours effectuée sur la base de la même fenêtre de contrôle, tant qu'elle est reçue de manière intelligible. Ainsi, le temps d'acheminement ne varie pas de trame à trame.

La transmission et l'extraction de la valeur d'horloge transmise par le portail serveur de cycle est effectuée de la façon suivante :

Dans la trame du réseau sans fil, la position et la taille de chaque fenêtre de contrôle sont fixes, de sorte qu'il n'y a pas de gigue sur le début d'une fenêtre de contrôle C_m d'une trame à l'autre. Il en résulte que la transmission des poids faibles du registre de temps du portail serveur de cycle (correspondant à l'horloge 24.576 MHz) est inutile.

En soi, la synchronisation des valeurs d'horloge des portails est nécessaire pour réaliser une interprétation correcte des étiquettes temporelles définies dans le standard IEC 61883.

Il existe deux possibilités pour transmettre cette valeur de temps :

- Soit le portail serveur de cycle envoie explicitement la valeur nécessaire de son registre de temps sur détection de cet événement (à savoir les 7 bits de poids fort décrivant les secondes, et les (13-N) bits de poids intermédiaires décrivant la valeur du compteur 8/N kHz).

Or, il n'est utile de transmettre une valeur de temps complète qu'au démarrage d'un nœud, pour qu'il puisse acquérir la valeur absolue comprise

dans le registre du portail serveur de cycle: la transmettre à chaque fenêtre de contrôle demanderait trop de bande passante.

- Soit le portail serveur de cycle envoie en permanence dans sa fenêtre de contrôle un sous-ensemble des bits de son registre de temps, en les décalant à chaque trame. Ceci peut être réalisé de la façon suivante : 2 bits de chaque fenêtre fixe de chaque fenêtre de contrôle sont dédiés à cet usage : le premier bit indique si le second bit est le bit de poids le plus faible de la valeur d'horloge (bits non transmis mis à part – voir ci-dessous) ou s'il s'agit d'un autre bit quelconque. Le second bit est un bit de la valeur d'horloge. Les valeurs de bits courants sont transmis du poids faible vers le poids fort. Ainsi un portail cherchant à s'initialiser attend le signal indiquant la présence du bit de poids le plus faible, et commence le rafraîchissement de son registre de temps bit à bit au fil des trames, en progressant vers les poids forts. Il est important que même lors du rafraîchissement du registre, celui-ci continue à s'incrémenter au rythme de l'horloge locale générée par la boucle à verrouillage de phase.

Si l'on considère qu'une trame TDMA est transmise toutes les 1 KHz, alors seuls les 17 bits de poids fort du registre de temps sont significatifs et seront effectivement transmis selon la seconde possibilité.

- Les 12 bits de la plage de poids le plus faible, ainsi que les p bits de poids le plus faible de la partie médiane du registre d'horloge du portail sont déterminées par le portail lui-même, en fonction de son temps de traitement propre.

- Côté émetteur, on considère que cette plage de 12 bits non émise est à 0 au moment de l'émission d'une fenêtre. Pour compenser le temps de traitement à l'émission, l'émission est déclenchée un nombre de coups d'horloge prédéterminé avant que le compteur n'atteigne la valeur correspondant à la plage de 12 bits nuls. Le temps de traitement à l'émission est déterminé par des mécanismes de calibration, par exemple au moment de la conception de l'émetteur.

Côté récepteur, une correction similaire du temps de traitement à la réception est effectuée.

- En résumé, la propagation de l'horloge sur le réseau sans fil se fait selon le mécanisme suivant :

Chaque portail dispose d'un registre de temps. Ce registre de temps est utilisé par chaque portail pour déclencher l'émission de sa propre fenêtre de contrôle dans le cadre d'une trame TDMA.

- Chaque portail réalise un asservissement de son registre de temps.
- 5 Cet asservissement dépend de la topologie du réseau : si le portail est l'appareil maître de cycle du réseau, alors, il n'y a pas d'asservissement sur son registre de temps. Si le portail est connecté au même bus IEEE 1394 que l'appareil maître de cycle du réseau (et qu'il est le seul portail sur ce bus, sinon une résolution de contention est à prévoir entre les portails prétendants), alors
- 10 le portail, dénommé 'serveur de cycle du réseau', asservit son registre de temps sur les paquets de début de cycle reçus de son bus (comme tout nœud 'esclave de cycle' IEEE 1394). Dans tous les autres cas, le portail doit asservir son registre de temps sur la réception de la fenêtre de contrôle à distance la plus faible du portail 'serveur de cycle'.
- 15 L'horloge ainsi récupérée par chaque portail est utilisée pour le bus auquel le portail est connecté.

- Bien que les circuits de réception et d'émission des figures 3 et 4 soient représentés de manière séparée dans la description, il est clair que ces
- 20 circuits peuvent être intégrés dans un seul appareil émetteur/récepteur sur le réseau sans fil. Il est bien évident que dans ce cas certains des éléments de ces circuits n'ont pas à être dédoublés : microprocesseur, circuit 1394 physique etc... géreront aussi bien la réception que l'émission. Il est à la portée de l'Homme du Métier de modifier et de combiner les circuits de réception et
- 25 d'émission dans un même appareil sans introduire de redondance.

Revendications

1. Procédé de synchronisation dans un réseau de communication
5 comportant au moins deux bus interconnectés par un réseau de communication sans fil, chaque bus étant relié au réseau de communication sans fil par un portail, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il comporte les étapes :
- de détermination d'un portail dit serveur de cycle et dont une
10 horloge propre servira de référence aux autres portails ;
 - d'émission par chaque portail d'un signal de synchronisation à un instant prédéterminé par rapport au début d'une trame et caractéristique de chaque portail, ladite trame étant définie par rapport à l'horloge interne propre de chaque portail, ledit signal de synchronisation étant réalisé par l'insertion
15 d'une fenêtre de contrôle ;
 - de détection par chaque portail des fenêtres de contrôle d'autres portails et de sélection d'une des fenêtres détectées pour la synchronisation d'une horloge propre du portail récepteur avec l'horloge du portail serveur de cycle, ladite fenêtre sélectionnée correspondant à un portail dont l'horloge est
20 déjà synchronisée avec celle du portail serveur de cycle.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une fenêtre de contrôle comporte au moins une partie d'une valeur de l'horloge du portail émetteur de ladite fenêtre de contrôle, ladite valeur étant celle de l'horloge au
25 moment de l'émission de ladite fenêtre de contrôle, ladite valeur transmise étant utilisée par le portail récepteur pour mettre à jour la valeur de son horloge propre.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la valeur
30 d'horloge transmise par un portail comporte une correction pour compenser le temps de traitement de la fenêtre de contrôle à l'émission.
4. Procédé selon les revendications 2 ou 3, caractérisé en ce que la valeur d'horloge reçue par un portail est corrigée, avant la mise à jour de la
35 valeur de l'horloge propre, pour prendre en compte le temps de traitement en réception dudit portail.

5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite valeur d'horloge est scindée en plusieurs groupes de bits transmis sur des fenêtres de contrôle successives émises par un même portail.

5 6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre l'étape de détermination par chaque portail de sa distance par rapport au portail serveur de cycle, ladite distance d'un portail donné étant définie comme étant le nombre minimum de portails répéteurs requis pour qu'une information en provenance du portail serveur de cycle
10 parvienne au dit portail donné.

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que la fenêtre de contrôle choisie par un portail donné pour se synchroniser est la fenêtre de contrôle d'un portail ayant la distance la plus faible parmi les fenêtres de
15 contrôle reçues par ledit portail donné.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre l'étape de verrouillage d'une boucle à verrouillage de phase d'un portail récepteur sur l'instant de réception de la fenêtre de
20 contrôle sélectionnée, ladite boucle à verrouillage de phase étant utilisée pour incrémenter un registre comportant la valeur d'horloge propre dudit portail.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte en outre l'étape de sélection d'un nœud maître de cycle du réseau de communication entier parmi les nœuds connectés au réseau, le
25 portail serveur de cycle étant le portail connecté au bus auquel ledit nœud maître de cycle du réseau est également connecté, ledit portail serveur de cycle synchronisant son horloge propre sur une horloge dudit nœud maître de cycle du réseau.

30 10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que les bus de communication étant de type IEEE 1394, la synchronisation du portail serveur de cycle sur le nœud maître de cycle du réseau est effectuée par l'intermédiaire de paquets de début de cycle émis par ledit nœud, la fréquence
35 d'émission de trames sur la partie sans fil du réseau étant un sous-multiple de la fréquence d'émission des paquets de début de cycle.

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'horloge propre d'un portail qui n'est pas le portail serveur de cycle est utilisée pour synchroniser le bus auquel ledit portail est connecté.

- 5 12. Appareil pour interfacer un bus câblé et un réseau de communication sans fil, caractérisé en ce qu'il comporte :
- des moyens (30, 31, 32) de récupération d'horloge à partir dudit bus câblé, ces moyens de récupération comprenant une boucle à verrouillage de phase pour se verrouiller sur un signal périodique circulant sur le bus câblé
 - 10 et un compteur pour comporter une valeur absolue d'horloge propre, ledit compteur étant relié à une horloge dérivée de la boucle à verrouillage de phase pour l'incrémentation dudit compteur, la valeur absolue dudit compteur étant synchronisée avec celle d'un nœud connecté au bus câblé ;
 - des moyens d'émission périodique vers le réseau de
 - 15 communication sans fil d'une fenêtre de contrôle servant de référence temporelle aux autres appareils connectés au réseau sans fil, la génération de ladite fenêtre de contrôle étant liée à l'état dudit compteur, ladite fenêtre de contrôle comportant une information relative à l'état dudit compteur au moment de l'émission de ladite fenêtre de contrôle.
 - 20
13. Appareil pour interfacer un bus câblé et un réseau de communication sans fil, caractérisé en ce qu'il comporte :
- des moyens (40, 41, 42, 47) de récupération d'horloge à partir d'un signal transmis sur ledit réseau de communication sans fil, lesdits moyens de
 - 25 récupération comprenant une boucle à verrouillage de phase et un registre d'horloge propre ;
 - des moyens (μ') de sélection d'une fenêtre de contrôle parmi une pluralité de fenêtres de contrôle transmises sur le réseau sans fil ;
 - des moyens (41) d'extraction d'une synchronisation de ladite
 - 30 fenêtre de contrôle pour alimentation de ladite boucle à verrouillage de phase ;
 - des moyens (47) d'extraction d'informations relatives à la valeur absolue d'une horloge de référence de ladite fenêtre de contrôle, et de mise à jour dudit registre d'horloge propre.

35

1 / 4

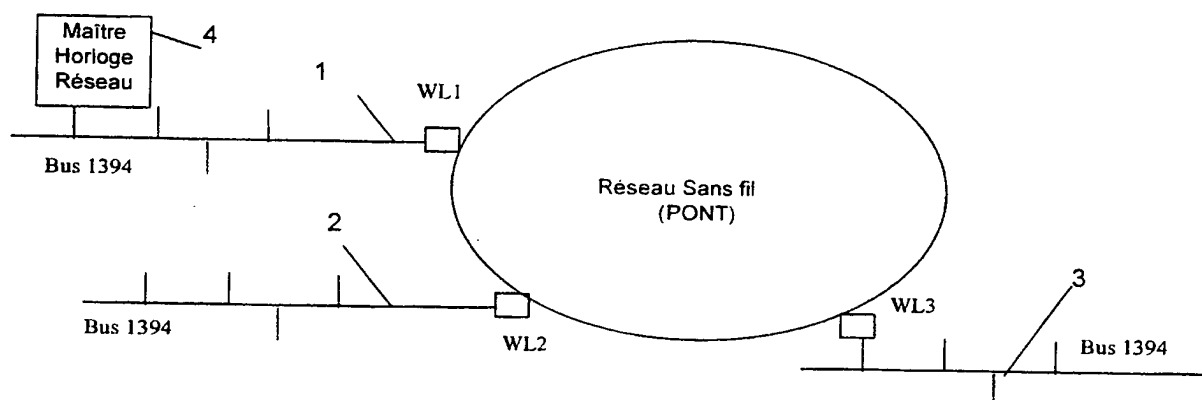


Fig. 1

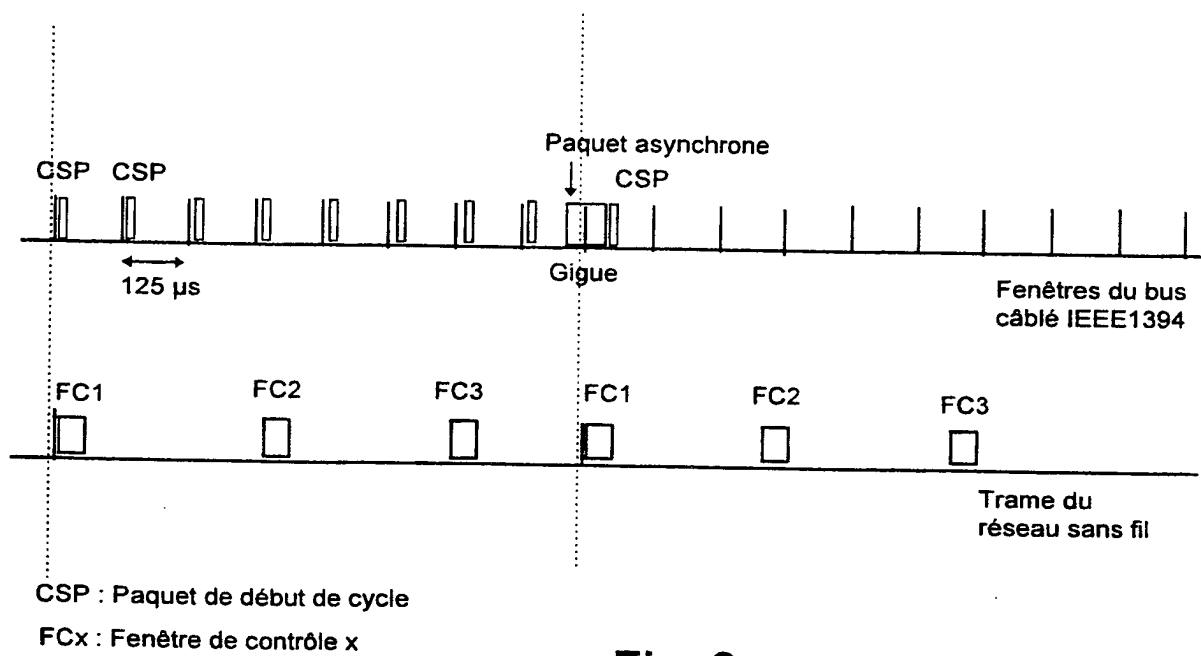


Fig. 2

2 / 4

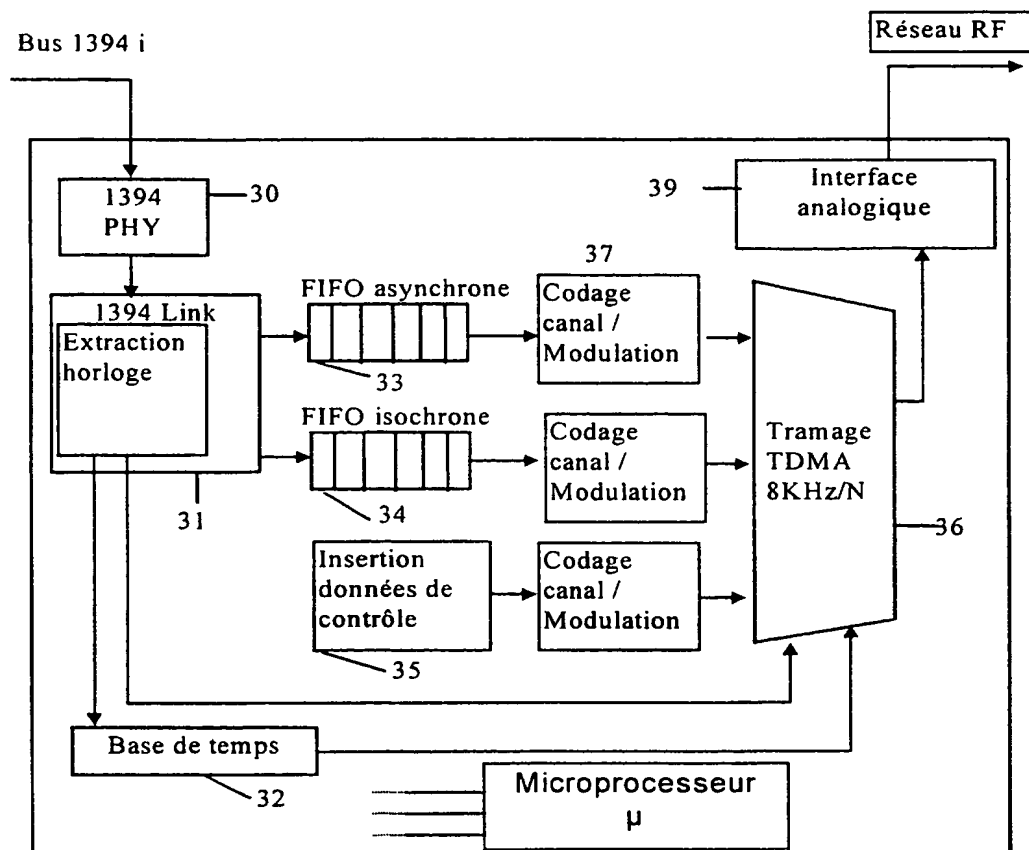


Fig. 3

3 / 4

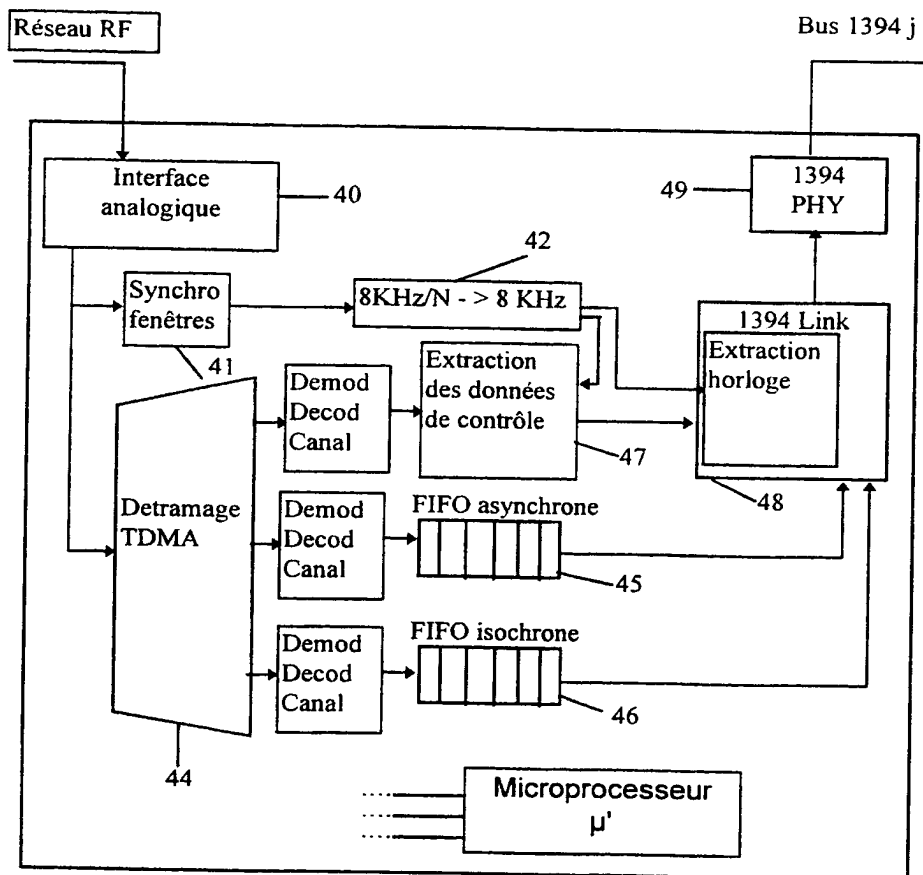


Fig. 4

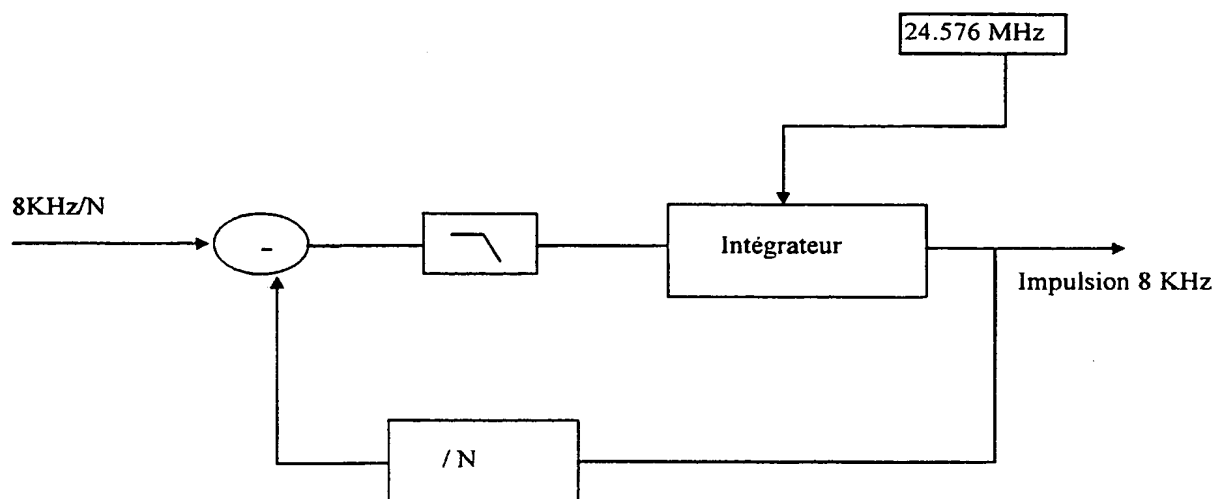


Fig. 5

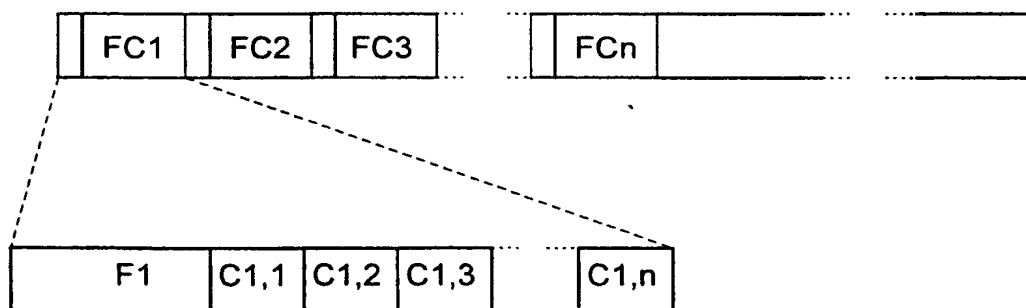


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/FR 99/00944

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H04J3/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H04J H04L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 643 503 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 15 March 1995 (1995-03-15) column 1, line 13-16 column 1, line 46-58 column 3, line 32-55 column 4, line 11-37 column 5, line 34 - column 6, line 10 column 7, line 54 - column 8, line 20 ---	1, 12, 13
A	US 5 052 029 A (JAMES DAVID V ET AL) 24 September 1991 (1991-09-24) column 1, line 6-8 column 1, line 54-67 column 2, line 17-23 column 2, line 38-54 column 2, line 65 - column 3, line 20 column 4, line 13-38 column 5, line 30-46 --- -/--	1, 12, 13

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 July 1999

Date of mailing of the international search report

19/07/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Traverso, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 99/00944

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 4 815 110 A (BENSON BENGT H ET AL) 21 March 1989 (1989-03-21) column 1, line 7-25 column 1, line 54 - column 2, line 10 column 3, line 26-47 column 4, line 24-61 -----</p>	1,12,13
A	<p>GB 2 264 842 A (ROKE MANOR RESEARCH) 8 September 1993 (1993-09-08) page 1, line 1-8 page 1, line 16 - page 2, line 22 page 10, line 9-19 -----</p>	1,12,13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/FR 99/00944

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0643503	A	15-03-1995	US 5428603 A	27-06-1995
US 5052029	A	24-09-1991	NONE	
US 4815110	A	21-03-1989	SE 452231 B	16-11-1987
			DE 3785780 A	17-06-1993
			DE 3785780 T	11-11-1993
			DK 111687 A	08-09-1987
			EP 0237106 A	16-09-1987
			JP 2529682 B	28-08-1996
			JP 62271540 A	25-11-1987
			SE 8601073 A	08-09-1987
GB 2264842	A	08-09-1993	GB 2265067 A,B	15-09-1993
			GB 2265280 A,B	22-09-1993
			GB 2265281 A,B	22-09-1993

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De Je internationale No

PCT/FR 99/00944

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 H04J3/06

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 6 H04J H04L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	EP 0 643 503 A (HUGHES AIRCRAFT CO) 15 mars 1995 (1995-03-15) colonne 1, ligne 13-16 colonne 1, ligne 46-58 colonne 3, ligne 32-55 colonne 4, ligne 11-37 colonne 5, ligne 34 - colonne 6, ligne 10 colonne 7, ligne 54 - colonne 8, ligne 20 ---	1, 12, 13
A	US 5 052 029 A (JAMES DAVID V ET AL) 24 septembre 1991 (1991-09-24) colonne 1, ligne 6-8 colonne 1, ligne 54-67 colonne 2, ligne 17-23 colonne 2, ligne 38-54 colonne 2, ligne 65 - colonne 3, ligne 20 colonne 4, ligne 13-38 colonne 5, ligne 30-46 --- -/-	1, 12, 13

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

9 juillet 1999

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19/07/1999

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Traverso, A

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

De le internationale No.

PCT/FR 99/00944

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 815 110 A (BENSON BENGT H ET AL) 21 mars 1989 (1989-03-21) colonne 1, ligne 7-25 colonne 1, ligne 54 - colonne 2, ligne 10 colonne 3, ligne 26-47 colonne 4, ligne 24-61 ---	1,12,13
A	GB 2 264 842 A (ROKE MANOR RESEARCH) 8 septembre 1993 (1993-09-08) page 1, ligne 1-8 page 1, ligne 16 - page 2, ligne 22 page 10, ligne 9-19 -----	1,12,13

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

D. de internationale No

PCT/FR 99/00944

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0643503 A	15-03-1995	US 5428603 A	27-06-1995
US 5052029 A	24-09-1991	AUCUN	
US 4815110 A	21-03-1989	SE 452231 B	16-11-1987
		DE 3785780 A	17-06-1993
		DE 3785780 T	11-11-1993
		DK 111687 A	08-09-1987
		EP 0237106 A	16-09-1987
		JP 2529682 B	28-08-1996
		JP 62271540 A	25-11-1987
		SE 8601073 A	08-09-1987
GB 2264842 A	08-09-1993	GB 2265067 A,B	15-09-1993
		GB 2265280 A,B	22-09-1993
		GB 2265281 A,B	22-09-1993

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)